

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 383**

51 Int. Cl.:

B01D 21/24 (2006.01)

B01D 21/30 (2006.01)

C02F 3/28 (2013.01)

B01D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2020 PCT/EP2020/067626**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2020 WO20260354**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2020 E 20733651 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3990148**

54 Título: **Dispositivo de separación en forma de espiral para dispositivo de purificación de fluidos**

30 Prioridad:

27.06.2019 EP 19182934

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

26.03.2024

73 Titular/es:

**PAQUES I.P. B.V. (100.0%)
Tjalke de Boerstrjitte 24
8561 EL Balk, NL**

72 Inventor/es:

**MOZES, ERIK;
DRIESSEN, WILHELMUS JOHANNES
BERNARDUS MARIA;
FABER, JELLE;
ROZENDAL, RENÉ ALEXANDER y
ABMA, WIEBE**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 963 383 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de separación en forma de espiral para dispositivo de purificación de fluidos

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención se refiere a un dispositivo de separación para un dispositivo de purificación de fluidos y a un método para separar líquido de sólidos y gas utilizando el dispositivo de separación, y más específicamente a un dispositivo de separación que comprende canales en forma de espiral.

Estado de la técnica

10 [0002] En el estado de la técnica se conocen dispositivos de separación o sedimentación para dispositivos de purificación de fluidos. Pueden utilizarse para la purificación aeróbica o anaeróbica de fluidos como las aguas residuales. Las aguas residuales comprenden líquido y suele contener también material orgánico y/o inorgánico disuelto y no disuelto en forma de sólidos o partículas sólidas.

15 [0003] El tratamiento anaeróbico de aguas residuales es el tratamiento biológico de aguas residuales sin el uso de aire u oxígeno elemental. Muchas aplicaciones se dirigen hacia la eliminación de contaminantes orgánicos en aguas residuales, fango y lodo. Los microorganismos anaeróbicos convierten los contaminantes orgánicos en un gas que contienen metano y dióxido de carbono, conocido como "biogás". Los dispositivos de separación conocidos en la técnica permiten separar entre sí el líquido, los sólidos y el gas, incluyendo el biogás, que constituyen el fluido (aguas residuales).

20 [0004] Un ejemplo se expone en la patente WO 96/32177, la cual expone un dispositivo de separación que comprende una cámara de sedimentación, donde tapas están colocadas con su eje longitudinal en un ángulo con respecto al nivel de agua, de manera que el fluido, comprendiendo líquido, sólidos y gas, que se suministra en el fondo del dispositivo de separación, fluye oblicuamente hacia arriba, forzado a lo largo de la parte inferior de las tapas. Las burbujas de gas se recogen en una cresta situada en las tapas. Debajo de las tapas, se puede realizar un flujo laminar, que favorece la deposición de sólidos contenidos en el fluido.

25 [0005] Otro ejemplo se expone en la patente WO 2010/036107 A1, que muestra un dispositivo de separación para uso en combinaciones de diferentes técnicas (sistemas de reactores híbridos) tales como filtros anaeróbicos y/o lagunas anaeróbicas. El dispositivo de separación de la patente WO 2010/036107 A1 comprende una cámara de sedimentación configurada para rellenarse con el fluido; una descarga de líquido para descargar líquido de la cámara de sedimentación, estando la descarga de líquido preparada para ajustarse cerca del nivel de líquido, una entrada de fluido configurada para suministrar el fluido a la cámara de sedimentación, un dispositivo de separación de material en partículas y una salida de lodo para descargar fluido conteniendo lodo. La entrada de fluido comprende además un dispositivo de separación de gas para separar el gas del fluido, dicho dispositivo de separación de gas comprendiendo canales.

35 [0006] Los dispositivos de sedimentación de la técnica, como los de la patente WO 96/32177 o la patente WO 2010/036107 A1, aunque consiguen una cierta eficiencia de separación, presentan varios retos estructurales. Requieren una estructura cúbica o prismática, que puede dar lugar a una distribución desigual del fluido en caso de utilizarse en un tanque reactor redondo. Las placas o tapas de sedimentación deben tener un ángulo específico, lo que requiere que el dispositivo de separación tenga un tamaño específico. Además, las grandes placas o tapas de sedimentación planas pueden no ser lo suficientemente robustas contra la sobrepresión o la baja presión.

40 [0007] La patente WO 2016/089874 A1 expone un dispositivo de sedimentación de partículas similar a la invención.

Sumario de la invención

45 [0008] Según la presente invención, se proporciona un dispositivo de separación que resuelve al menos algunos de los problemas indicados anteriormente.

[0009] Según un primer aspecto, la invención proporciona un dispositivo de separación para un dispositivo de purificación de fluidos, comprendiendo el dispositivo de separación: al menos tres recintos concéntricos que incluyen un recinto más exterior y un recinto más interior y que definen al menos dos cavidades concéntricas; una pluralidad de canales en forma de espiral formados en cada una de las al menos dos cavidades

5 concéntricas, de modo que el fluido puede fluir a través de dicha pluralidad de canales en forma de espiral; una entrada de fluido, para recibir fluido, situada en una sección superior de una cavidad más exterior entre las al menos dos cavidades concéntricas; una salida de sólidos, para descargar sólidos comprendidos en el fluido, situado en una sección inferior del dispositivo de separación; y una salida de líquido, para descargar el líquido comprendido en el fluido, situada en una sección superior de al menos una cavidad interior entre las al menos dos cavidades concéntricas.

10 [0010] Ventajosamente, la invención proporciona un dispositivo de separación con una estructura compacta, que comprende una pluralidad de recintos concéntricos que definen una pluralidad de cavidades y que forman, en estas cavidades, canales en forma de espiral para permitir que el fluido pase a través de ellos. Los canales en forma de espiral formados en cada cavidad, en comparación con placas de sedimentación inclinadas rectangulares/cuadradas utilizadas en la técnica, requieren una área de proyección menor y proporcionan una estructura más robusta, que pueda resistir la sobrepresión y la baja presión de una manera más eficaz.

15 [0011] El líquido puede pasar por los canales en espiral de las distintas cavidades y abandonar el dispositivo de separación a través de una salida fluida situada, en funcionamiento, en una sección superior de al menos una de las cavidades interiores, mientras los sólidos pueden abandonar el dispositivo de separación a través de una salida de sólidos situada, en funcionamiento, en una sección inferior del dispositivo de separación. Aquí, puede entenderse por sección superior de las cavidades una mitad superior de las cavidades, o un tercio superior, o incluso la abertura superior de las cavidades.

20 [0012] Los recintos concéntricos también pueden denominarse estructuras concéntricas, cuerpos, bastidores, o similar, y pueden tener diferentes formas siempre que sean concéntricos, es decir, con un eje longitudinal común. Pueden tener, por ejemplo, una forma tubular, como una forma cilíndrica definida por una sección transversal horizontal circular, y pueden tener también una forma cilíndrica elíptica, definida por una sección transversal horizontal elíptica, o pueden tener una forma poligonal, definida por ejemplo por una sección transversal horizontal rectangular (como cuadrada) hexagonal, u octogonal, o cualquier otra forma adecuada.

25 [0013] Las cavidades concéntricas también pueden denominarse cámaras concéntricas o espacios concéntricos, donde se encuentran los canales en forma de espiral. Los recintos concéntricos y las cavidades concéntricas pueden denominarse a lo largo de la descripción simplemente como recintos o cavidades.

30 [0014] Los canales en forma de espiral según la presente invención pueden conectar cada recinto concéntrico con el siguiente recinto concéntrico, de modo que la única manera de que el fluido fluya es a través de los canales en forma de espiral.

[0015] Los canales en forma de espiral también pueden denominarse canales a lo largo de la presente descripción, y las paredes en forma de espiral también pueden denominarse paredes.

35 [0016] Según una forma de realización, la pluralidad de canales en forma de espiral en cada cavidad concéntrica se extienden paralelos entre sí para definir una única formación en espiral. La pluralidad de canales en forma de espiral se extiende preferiblemente alrededor de un eje vertical, y los canales en cada cavidad concéntrica discurren preferiblemente paralelos y en contacto entre sí, de modo que ocupan el espacio total de la cavidad y definen una única formación en espiral.

40 [0017] Según la invención, la sección inferior del dispositivo de separación comprende una cámara de redirección situada debajo de los al menos tres recintos concéntricos, estando la cámara de redirección configurada para permitir que el fluido pase de un flujo descendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de la cavidad más exterior, a un flujo ascendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de la al menos una cavidad interior.

45 [0018] El fluido entra en el dispositivo de separación a través de una sección superior de la cavidad más exterior. En la cavidad más exterior, el fluido fluye hacia abajo a través de los canales en forma de espiral. Cuando el fluido alcanza un área inferior de la cavidad más exterior, es decir, cuando alcanza una cámara de redirección que es un espacio delimitado situado debajo de los al menos tres recintos concéntricos, cambia de dirección, debido a su propia energía, y fluye hacia arriba a través de los canales en forma de espiral de la al menos una cavidad interior. En esta cavidad interior, los sólidos caerán hacia abajo, contra el flujo del fluido, debido a su mayor densidad, entrando en contacto con las paredes de los canales y deslizándose hacia abajo. Así, las paredes de los canales funcionan como placas de separación, como las placas de separación planas y rectas conocidas en la técnica. El fluido se volverá más limpio a medida que fluya hacia arriba, y el líquido limpio (agua) alcanzará la sección superior de la al menos una cavidad interior.

5 [0019] Según una forma de realización, la sección inferior del dispositivo de separación comprende una cámara de recogida de sólidos situada por debajo de los al menos tres recintos concéntricos e incluyendo la cámara de redirección, donde la salida de sólidos se encuentra en una parte inferior de la cámara de recogida de sólidos. La sección inferior se refiere a la sección situada debajo de los recintos concéntricos. La cámara de recogida de sólidos recoge los sólidos que se separan del fluido y se deslizan hacia abajo a través de los canales en forma de espiral de las cavidades. Un extremo superior de la cámara de recogida de sólidos puede estar conectado o fijado al fondo del recinto más exterior, creando así un espacio en la parte superior de la cámara de recogida de sólidos, denominado cámara de redirección, donde el fluido que alcanza el fondo de la cavidad más exterior puede pasar de un flujo descendente a un flujo ascendente y continuar fluyendo hacia arriba a través de los canales en forma de espiral de la al menos una cavidad interior.

15 [0020] Según una forma de realización, la entrada de líquido corresponde a una salida de gas. En la cavidad más exterior, a medida que el líquido y los sólidos comprendidos en el fluido fluyen hacia abajo, (la mayoría de) las partículas de gas se mueven hacia arriba y abandonan el dispositivo de separación a través de una salida de gas, que corresponde a (es la misma que o parcialmente la misma que) la entrada de fluido. Así, en la cavidad más exterior, tiene lugar una fase de separación de gas, y en la al menos una cavidad interior, tiene lugar una fase de separación de sólidos, de modo que cuando el fluido alcanza una sección superior de la al menos una cavidad interior, el fluido se ha convertido en líquido, como agua limpia, que ahora está libre o casi libre de cualquier sólido y partículas de gas.

20 [0021] Según una forma de realización, una parte superior de la cavidad más exterior está abierta, definiendo así una abertura superior más exterior, y la entrada de fluido comprende un área formada por la abertura superior más exterior. El extremo superior de la cavidad más exterior puede estar descubierto, sin cerrar, y el dispositivo de separación se encuentra preferiblemente dentro del reactor con su parte superior en el nivel del agua o por debajo del nivel del agua, de modo que el fluido en el reactor puede entrar en el dispositivo de separación desde todas las direcciones, y no solo desde una ubicación específica donde se coloca una entrada. Por lo tanto, la entrada de fluido puede definirse como el área total definida por el extremo superior abierto de la cavidad más exterior, también denominada abertura superior más exterior. Permitir que el fluido entre en el dispositivo de separación desde todas direcciones tiene la ventaja de mejorar la distribución del flujo y de simplificar el diseño del sistema, ya que no se debe tener en cuenta una posición específica donde se deba colocar una entrada.

25 [0022] Según una forma de realización, el dispositivo de separación comprende además una estructura delimitadora para separar la abertura superior más exterior de al menos una abertura superior interior, también denominada abertura superior de la al menos una cavidad interior. Esta estructura delimitadora garantiza que la abertura superior más exterior, que puede formar la entrada de fluido (y también puede formar la salida de gas), esté separada de la abertura de la al menos una cavidad interior, de modo que el fluido que entra a través de la entrada de fluido y el líquido limpio que sale a través de la salida de líquido no entren en contacto entre sí.

30 [0023] Según una forma de realización, la estructura delimitadora comprende un recinto delimitador situado sobre y en contacto con un segundo recinto concéntrico más exterior, y la al menos una abertura superior interior se confina por el recinto delimitador y el recinto más interior, formando así una sección de recogida de líquido. La sección de recogida de líquido es una sección para recoger líquido (casi) libre de sólidos y gas, como agua limpia. La sección de recogida de líquido puede estar situada sobre los recintos concéntricos, estando delimitada por el recinto delimitador y el recinto más interior, y el líquido que fluye hacia arriba a través de los canales en forma de espiral de al menos una cavidad interior puede alcanzar la sección de recogida de líquido siguiendo su flujo natural.

35 [0024] Según una forma de realización, el recinto más interior comprende al menos una abertura de recogida en una sección superior de la misma para permitir que el líquido en la sección de recogida de líquido entre en una cámara interior, y donde el dispositivo de separación comprende además al menos una tubería de recogida de líquido que sobresale del recinto más interior hacia el exterior del dispositivo de separación, a fin de recoger el líquido en la cámara interior. El recinto más interior puede ser más alto que los otros recintos, o se puede unir un recinto adicional a la parte superior del recinto más interior, de modo que la parte del recinto más interior que se extiende más allá de la altura de los otros recintos concéntricos se considera la sección superior. Esta sección superior puede confinar la sección de recogida de líquido, y la al menos una abertura de recogida se encuentra preferiblemente en esta sección de modo que el líquido de la sección de recogida de líquido pueda entrar en la cámara interior.

40 [0025] Según una forma de realización, la sección de recogida de líquido comprende al menos un elemento de división, para dividir la sección de recogida de líquido en al menos dos compartimentos, y el recinto más interior comprende al menos una abertura de recogida para cada uno de los al menos dos compartimentos. Los elementos de división pueden comprender al menos una pared divisoria que se extiende del recinto más interior radialmente hacia el recinto delimitador y entra en contacto con él, dividiendo así la sección de recogida de líquido en al menos dos compartimentos, preferiblemente en cuatro compartimentos. Al tener al menos una

abertura de recogida para cada compartimento, el agua puede entrar en la cámara interior a través de los distintos compartimentos.

5 [0026] Según una forma de realización, el dispositivo de separación comprende un mecanismo de control de compartimentos para cerrar al menos una de las aberturas de recogida impidiendo así que el líquido salga de al menos un compartimento. Este mecanismo de control de compartimentos permite controlar la velocidad a la que el agua limpia sale del dispositivo de separación, ya que permite cerrar la abertura de recogida de uno o más compartimentos.

10 [0027] Según una forma de realización, la pluralidad de canales en forma de espiral están definidos por paredes en forma de espiral que tienen una región interior y una región exterior con respecto a una sección transversal vertical de la estructura concéntrica, donde las paredes en forma de espiral están curvadas hacia arriba desde la región interior hacia la región exterior, o curvadas hacia abajo desde la región interior hacia la región exterior.

15 [0028] La pluralidad de canales en forma de espiral puede estar definida por paredes en forma de espiral que comprenden un extremo superior, situado en la parte superior del recinto, y un extremo inferior, situado en la parte inferior del recinto, en el que el fluido que fluye a través de los canales fluye desde el extremo superior hacia el extremo inferior, o desde el extremo inferior hacia el extremo superior. Cada pared comprende también dos superficies, una superficie anterior y una superficie posterior, donde la superficie anterior es la superficie con la que las partículas sólidas entran en contacto principalmente y por la que se deslizan hacia abajo. Con respecto a una sección transversal vertical (como se aprecia claramente en los dibujos), hay una región interior de la pared que se extiende cerca de e incluyendo el borde interior de la pared. Las paredes en forma de espiral pueden conectar un recinto con el siguiente recinto concéntrico. En una forma de realización, una sección transversal horizontal de cada pared define una línea que se extiende radialmente hacia el centro de los recintos concéntricos. En dicha configuración, las paredes pueden tener una superficie plana que se extiende desde el extremo superior hasta el extremo inferior. En otra configuración, más preferida, las paredes están dispuestas de tal manera que una sección transversal horizontal de cada pared no se extiende radialmente hacia el centro, sino que tiene un ángulo de inclinación específico con respecto a dicha dirección. En esta configuración, las superficies de las paredes que se extienden desde el extremo superior hasta el inferior no son planas, sino que están curvadas hacia abajo desde la región interior hacia la región exterior, formando una forma arqueada o cóncava, o curvadas hacia arriba desde la región interior hacia la región exterior, formando así una forma arqueada o convexa.

20

25

30

[0029] Según una forma de realización, la pluralidad de paredes en forma de espiral de la cavidad más exterior están curvadas hacia abajo desde la región interior hacia la región exterior, y la pluralidad de paredes en forma de espiral de la al menos una cavidad interior están curvadas hacia arriba desde la región interior hacia la región exterior. Esta configuración ofrece la ventaja de permitir que los sólidos que entran en contacto con las paredes se deslicen hacia abajo más cerca de la región exterior en la cavidad más exterior, y de permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo más cerca de la región interior en la al menos una cavidad interior.

35

[0030] Según una forma de realización, una distancia entre cada recinto concéntrico y el recinto siguiente es de entre 25 milímetros y 800 milímetros, preferiblemente entre 50 milímetros y 800 milímetros, más preferiblemente entre 50 milímetros y 500 milímetros, más preferiblemente entre 50 milímetros y 200 milímetros. Para dispositivos de separación más pequeños, también se prefiere una distancia de entre 25 milímetros y 200 milímetros, preferiblemente entre 25 milímetros y 100 milímetros.

40

[0031] Según una forma de realización, los al menos tres recintos concéntricos corresponden a al menos tres tubos concéntricos y las al menos dos cavidades concéntricas corresponden a al menos dos anillos concéntricos. En una forma de realización preferida de la invención, los recintos tienen una forma tubular, tal como una forma cilíndrica definida por una sección transversal horizontal circular. En esta forma de realización preferida, las cavidades definidas tienen forma de anillo. Esto permite que el dispositivo de separación quepa en un tanque reactor redondo y que proporcione una distribución uniforme del fluido, que no se puede conseguir con dispositivos de separación con una sección transversal horizontal rectangular. Además, una forma cilíndrica combinada con los canales en forma de espiral, proporciona una estructura mucho más rígida del dispositivo de separación, y permite reducir el grosor de las paredes que forman los canales, porque ya no son largas y rectas.

45

50

[0032] Según una forma de realización, el dispositivo de separación comprende al menos cuatro recintos concéntricos que definen al menos tres cavidades concéntricas. Esta estructura proporciona una cavidad más exterior donde el fluido puede fluir hacia abajo, y al menos dos cavidades interiores para que el fluido fluya hacia arriba. En una estructura concéntrica, el recinto más exterior tiene un diámetro mayor y, por lo tanto, puede ser provisto con más canales que las cavidades interiores, transportando así más fluido. Al tener al menos dos cavidades interiores, los canales de las cavidades interiores pueden tener dimensiones más adecuadas y el sistema puede proporcionar un mejor rendimiento.

55

- 5 [0033] Según una forma de realización, la cámara de recogida de sólidos tiene una forma cónica invertida hueca. Si los recintos concéntricos tienen una forma cilíndrica, la cámara de recogida de sólidos puede tener una forma cónica de manera que la base del cono esté abierta y el borde circunferencial esté conectado al cilindro más exterior.
- 10 [0034] Según una forma de realización, el dispositivo de separación comprende además un dispositivo de aireación situado en una parte exterior de una mitad inferior de la cámara de recogida de sólidos, a fin de suministrar gas (biogás o aire) desde debajo del dispositivo de separación. Esto permite controlar el volumen de gas generado en el reactor donde se encuentra el dispositivo de separación, a fin de controlar una diferencia de densidad entre el líquido, los sólidos y el gas fuera del dispositivo de separación, y el líquido y los sólidos dentro del dispositivo de separación, logrando así un flujo deseado de líquido y sólidos dentro del dispositivo de separación.
- 15 [0035] Según una forma de realización, la pluralidad de canales en forma de espiral están definidos por paredes en forma de espiral con una superficie irregular. La superficie de las paredes, ya sea la superficie anterior o la superficie posterior, puede ser lisa, sin rugosidades. Sin embargo, la superficie de las paredes también puede ser, irregular, desigual o corrugada. Esto puede mejorar la separación de gases.
- 20 [0036] Según un segundo aspecto, la invención proporciona un método de separar un fluido que contiene líquido, gas y sólidos, el método siendo realizado por un dispositivo de separación que comprende al menos tres recintos concéntricos incluyendo un recinto más exterior y un recinto más interior, y que define al menos dos cavidades concéntricas; una pluralidad de canales en forma de espiral formados en cada uno de los al menos dos canales concéntricos, comprendiendo el método las etapas de: recibir fluido a través de una sección superior de una cavidad más exterior entre las al menos dos cavidades concéntricas; permitir que el fluido fluya hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de la cavidad más exterior; cuando el fluido alcance un cámara de redirección situada debajo de la cavidad más exterior, permitir que el fluido pase de un flujo descendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de la cavidad más exterior a un flujo ascendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de al menos una cavidad interior y, al alcanzar una sección superior de la al menos una cavidad interior convertido en líquido, permitiendo que el líquido abandone el dispositivo de separación; y permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo a través la pluralidad de canales en forma de espiral de la cavidad más exterior y a través la pluralidad de canales en forma de espiral de la al menos una cavidad interior y que abandonen el dispositivo de separación a través una sección inferior del dispositivo de separación.
- 25 [0037] Según una forma de realización, el método comprende además, mientras el fluido fluye hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral de la cavidad más exterior, permitir que el gas se desplace hacia arriba y abandone el dispositivo de separación a través de la sección superior de la cavidad más exterior.
- 30 [0038] Según una forma de realización, la recepción de fluido a través de la sección superior de la cavidad más exterior comprende la recepción de fluido a través de una área total de una abertura superior más exterior.
- [0039] Según una forma de realización, permitir que el líquido abandone el dispositivo de separación a través de una sección superior comprende permitir que el líquido alcance una sección de recogida de líquido situada por encima de los al menos tres recintos concéntricos.
- 35 [0040] Según una forma de realización, el método comprende además permitir que el líquido en la sección de recogida de líquido entre en una cámara interior en una cavidad más interior a través de al menos una abertura de recogida, y abandone el dispositivo de separación a través al menos una tubería de recogida de líquido conectada al recinto más interior.
- 40 [0041] Según una forma de realización, permitir que los sólidos abandonen el dispositivo de separación a través una sección inferior del dispositivo de separación comprende permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo hacia una cámara de recogida de sólidos situada debajo de los al menos tres recintos concéntricos.
- 45 [0042] Según una forma de realización, el método comprende además el suministro de gas de debajo del dispositivo de separación a través de un dispositivo de aireación situado en una parte exterior de una mitad inferior de la cámara de recogida de sólidos.
- 50 [0043] Según una forma de realización, la pluralidad de canales en forma de espiral están definidos por una pluralidad de paredes en forma de espiral, respectivamente, donde cada pared en forma de espiral comprende una región interior y una región exterior, y el método comprende además, en la cavidad más exterior, dirigir los sólidos comprendidos en el fluido que fluye hacia abajo hacia la región exterior de las paredes en forma de

espiral y, en la al menos una cavidad interior, dirigir los sólidos comprendidos en el fluido que fluye hacia arriba hacia la región interior de las paredes en forma de espiral.

- 5 [0044] Según una forma de realización, la sección de recogida de líquido se divide en al menos dos compartimentos, y el método comprende además controlar la sección de recogida de líquido para permitir cerrar al menos un compartimento impidiendo así que el líquido abandone dicho compartimento.

Breve descripción de los dibujos

[0045] La presente invención se analizará con más detalle a continuación, con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

- 10 La Figura 1A ilustra una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 1B ilustra una sección transversal horizontal de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

- 15 La Figura 2 representa una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención cuando está situada dentro de un tanque reactor.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 4 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

- 20 La Figura 5 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 6A ilustra una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

- 25 La Figura 6B ilustra una sección transversal horizontal de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 7 representa una vista de primer plano de una parte de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

La Figura 8 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención.

- 30 [0046] Las figuras son meramente ilustrativas, y no sirven como restricción del alcance o la protección establecidos por las reivindicaciones.

Descripción de las formas de realización

- 35 [0047] Una aplicación de un proceso de purificación utilizando un dispositivo de separación según la invención comprende un tanque reactor. Algunos ejemplos son, reactores aeróbicos, anaeróbicos o anóxicos. La tecnología de lecho de lodo granular anaeróbico se refiere a un concepto de reactor o purificador para el tratamiento anaeróbico de aguas residuales.

- 40 [0048] Preferiblemente, la parte superior, preferiblemente el borde superior, o la superficie superior, del dispositivo de separación de la presente invención se encuentra en el nivel del agua en un tanque reactor aireado, de modo que las partes restantes del dispositivo de separación se encuentran por debajo del nivel del agua, ya que en dicho tanque la diferencia de densidad entre el exterior del dispositivo de separación (aireado) y el interior del dispositivo de separación (no aireado) creará un flujo de fluido a través del dispositivo de separación que devolverá sólidos sedimentados o partículas sólidas del dispositivo de separación de nuevo al mismo u otro tanque reactor en el dispositivo de separación de fluidos. Sin embargo, en otra forma de

realización, el dispositivo de separación también puede encontrarse completamente por debajo del nivel del agua o incluso en el fondo del reactor.

5 [0049] Un reactor, tal como un manto de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB) o un lecho de lodo granular
 expandido (EGSB), o un reactor aeróbico, según la invención, comprende un tanque con una cámara de
 fermentación. Las aguas residuales se distribuyen en el tanque, en una forma de realización, en entradas
 adecuadamente separadas. El agua residual pasa hacia arriba a través de un lecho de lodo (anaeróbico) donde
 los microorganismos del lodo entran en contacto con los sustratos del agua residual. En una forma de realización
 10 del proceso de degradación anaeróbica resultante en la cámara de fermentación es responsable de la producción
 de gas (por ejemplo, biogás que contiene CH₄ y CO₂). El movimiento ascendente de las burbujas de gas
 liberadas provoca una turbulencia hidráulica que proporciona la mezcla del reactor sin ninguna pieza mecánica.
 El fluido está continuamente en movimiento en la cámara de fermentación debido a los flujos de gas que
 encuentran su camino ascendente a través del fluido hacia el nivel del líquido.

15 [0050] Preferiblemente en la parte superior del reactor, la fase acuosa se separa de los sólidos del lodo y del gas
 en un separador trifásico (también conocido como separador de gas-líquido-sólidos), dispositivo de
 sedimentación o dispositivo de separación, que es el objeto de la presente invención.

[0051] Aunque la descripción se hará basándose en fluidos en general, se aplica preferiblemente a aguas
 residuales, pero debería ser evidente para un experto que se puede utilizar cualquier otro fluido adecuado.

20 [0052] Antes de proceder a una descripción detallada de las figuras, cabe señalar que a lo largo de la
 especificación, se utilizan términos como sobre, debajo, sección superior/inferior, parte superior/inferior, y
 similares. Aunque no se indique específicamente, estas definiciones se refieren a una posición donde el
 dispositivo de separación está en funcionamiento, o listo para funcionar.

25 [0053] Asimismo, a lo largo de la descripción, se utilizan términos como sección transversal vertical y sección
 transversal horizontal. Una sección transversal vertical debe entenderse como una sección transversal realizada
 a lo largo de un plano longitudinal que incluye un eje longitudinal (representado por X en al menos algunas de las
 figuras), y una sección transversal horizontal debe entenderse como una sección transversal realizada a lo largo
 del plano transversal que incluye un eje transversal (representado como Y en al menos algunas de las figuras). A
 lo largo de las figuras, los números semejantes hacen referencia a las mismas características.

30 [0054] La Figura 1A ilustra una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de
 realización de la presente invención. La Figura 1B ilustra una sección transversal horizontal de un dispositivo de
 separación según una forma de realización de la presente invención. Ambas figuras se describirán
 simultáneamente ya que proporcionan información complementaria y algunas características pueden apreciarse
 mejor en una figura o en la otra.

35 [0055] El dispositivo de separación 1 según la Figura 1A y la Figura 1B comprende una estructura concéntrica
 que comprende al menos tres recintos concéntricos, entre los cuales hay un recinto más exterior 10 y un recinto
 más interior 12. Los al menos tres recintos concéntricos definen al menos dos cavidades concéntricas incluyendo
 una cavidad más exterior 11 y una o más cavidades interiores 13. En la forma de realización de la Figura 1A y la
 Figura 1B, los recintos concéntricos corresponden a tubos concéntricos, más específicamente cilindros
 concéntricos, teniendo una sección transversal horizontal circular, y las cavidades corresponden a anillos. Sin
 embargo, debe tenerse en cuenta que ésta es solo una posibilidad, una forma de realización preferida, pero los
 40 recintos concéntricos pueden tener una forma poligonal, que puede ser definida por una sección transversal
 horizontal rectangular (cuadrada incluso), o una sección transversal horizontal hexagonal, u octogonal, o
 cualquier otra forma adecuada.

45 [0056] Además, la forma de realización de la Figura 1A y la Figura 1B muestra cuatro recintos concéntricos que
 definen tres cavidades concéntricas. Esta es una forma de realización preferida, donde la cavidad más exterior
 11 corresponde a una sección de desgasificación donde puede tener lugar una fase de desgasificación, y las dos
 cavidades interiores 13 corresponden a una sección de sedimentación donde puede tener lugar la separación de
 los sólidos. Esta sección de sedimentación está dividida en dos cavidades. Esta configuración es ventajosa
 porque, de lo contrario, la longitud un de un sector circular que define los canales en forma de espiral 14, en el
 caso de la cavidad interior 13, puede ser demasiado pequeña si solo se utiliza una cavidad interior. Usando al
 menos dos cavidades interiores 13, el número de canales en forma de espiral 14 de cada cavidad interior puede
 reducirse manteniendo una longitud suficiente para A. Además, el ángulo de los canales en forma de espiral 14
 con respecto al plano vertical es menor para la cavidad más exterior y aumenta hacia las cavidades interiores. Si
 solo se utiliza una cavidad interior, este ángulo será demasiado pronunciado en la cavidad interior. Utilizando al
 menos dos cavidades interiores, el ángulo de los canales 14 en las cavidades interiores 13 (es decir, el paso de
 55 los canales en forma de espiral) puede disminuir.

5 [0057] La distancia B representa la anchura de una cavidad concéntrica, que es la misma o sustancialmente la misma que la anchura de un canal 14. La distancia B puede tener un valor de entre 25 milímetros y 800 milímetros, preferiblemente entre 50 milímetros y 800 milímetros, más preferiblemente entre 50 milímetros y 500 milímetros, e incluso más preferiblemente entre 50 milímetros y 200 milímetros. Para dispositivos de separación más pequeños, también se prefiere una distancia de entre 25 milímetros y 200 milímetros, preferiblemente entre 25 milímetros y 100 milímetros. Como se observa en la Figura 1B, la distancia B es menor para la cavidad más exterior 11 que para la segunda cavidad más exterior, o cavidad central, que es al mismo tiempo menor que la distancia B para la cavidad más interior. Sin embargo, esto es solo un ejemplo, y se pueden utilizar otras longitudes para B. Los valores de A y B, para los canales en la cavidad más exterior 11, se determinan de manera que su proporción y el tamaño de los canales permitan que el gas se desplace hacia arriba y salga del dispositivo. Los valores de A y B para las cavidades interiores 13, por otro lado, se determinan de manera que sus proporciones y el tamaño de los canales permitan que los sólidos se desplacen hacia abajo contra el flujo del líquido, y por lo tanto dependen las características del fluido.

15 [0058] Para asegurar que la velocidad del flujo del agua en las dos cavidades interiores sea igual, la caída de presión en ambas cavidades interiores 13 debe ser igual. La caída de presión se define como la diferencia en presión total entre dos puntos de una red de transporte de fluidos, y una caída de presión ocurre cuando las fuerzas de fricción, causadas por la resistencia al flujo, actúan sobre un fluido a medida que fluye a través del tubo. La caída de presión depende de un coeficiente de fricción, de la densidad del agua, de la longitud de los canales en forma de espiral 14 desde el extremo superior hasta el extremo inferior, que es la longitud del camino que el fluido tiene que recorrer en los canales 14, del diámetro hidráulico de los canales 14, y de la velocidad del fluido.

[0059] Tomando esto en consideración, el número de canales, el paso de los canales en forma de espiral y los diámetros de las secciones pueden elegirse de tal manera, que la velocidad en ambas secciones sea igual.

25 [0060] También es posible una forma de realización con tres recintos concéntricos que definan dos cavidades concéntricas, y también una forma de realización que comprenda más de cuatro recintos concéntricos que definan más de tres cavidades concéntricas.

30 [0061] El dispositivo de separación 1 comprende además una entrada de fluido 15, que está situada en una sección superior de la cavidad más exterior 11. Dicha sección superior es preferiblemente una mitad superior o un tercio superior, y más preferiblemente la entrada de fluido 15 está formada en una parte superior de la cavidad más exterior 11, que preferiblemente no está cubierta definiendo así una abertura superior más exterior, de modo que la entrada de fluido 15 comprende una área formada por la abertura superior más exterior. En tal configuración, el fluido en el tanque reactor donde se encuentra el dispositivo de separación puede entrar en el dispositivo de separación desde todas las direcciones, y no solo desde una ubicación específica en la que se coloca una entrada.

40 [0062] La entrada de fluido 15 también puede actuar como una salida de gas. Es decir, a medida que el fluido fluye hacia abajo a través de los canales en forma de espiral 14 de la cavidad más exterior 11, las partículas de gas se separan del fluido y se desplazan hacia arriba, abandonando el dispositivo de separación a través de la salida de gas (entrada de fluido). Puede utilizarse un sistema de recogida de gas que incluya tuberías para recopilar el gas, o el gas puede simplemente ascender y abandonar el dispositivo de separación 1.

45 [0063] Debajo de la estructura concéntrica, en funcionamiento, puede situarse una cámara de recogida de sólidos 20, conectada o fijada al extremo inferior del recinto más exterior 10 y que define una cámara, denominada cámara de redirección, donde el fluido, después de alcanzar el fondo de los canales en forma de espiral 14 de la cavidad más exterior 11, puede pasar de un flujo descendente a un flujo ascendente, utilizando la propia energía del fluido. El fluido puede entonces fluir hacia arriba a través de los canales en forma de espiral 14 de la al menos una cavidad interior 13, en esta forma de realización dos cavidades interiores. Mientras el fluido fluye hacia abajo a través de los canales 14 de la cavidad más exterior 11 y fluye hacia arriba a través de los canales 14 de las cavidades interiores 13, las partículas sólidas pueden separarse del líquido debido a su mayor densidad y debido a la fricción con la superficie de los canales 14, y caer, asentándose en el fondo de la cámara de recogida de sólidos 20 para luego abandonar la cámara de recogida de sólidos 20 a través de una salida de sólidos 22 situada preferiblemente en el fondo de la cámara de recogida de sólidos.

50 [0064] La cámara de recogida de sólidos 20 puede tener varias formas. Sin embargo, en la forma de realización de la Figura 1A y la Figura 1B, tiene una forma cónica, para mejorar su unión con la estructura concéntrica, que puede conseguirse uniendo o acoplado el borde circunferencial de la base cónica al fondo del recinto más exterior 10. Sin embargo, cabe señalar que son posibles otras formas siempre y cuando la cámara de recogida de sólidos 20 permita recoger y extraer los sólidos del dispositivo de separación 1, y siempre que haya espacio

que permita que el fluido salga de los canales 14 de la cavidad más exterior 11 y entre en los canales 14 de la al menos una cavidad interior 13.

5 [0065] La Figura 1A y la Figura 1B muestran también una salida de líquido que comprende una sección de recogida de líquido 30 y al menos una tubería de recogida de líquido 36. La sección de recogida de líquido 30 puede estar cerrada o delimitada por el recinto más interior 12 y una estructura delimitadora que separa la abertura superior de la cavidad más exterior 11 de la abertura superior de las cavidades interiores 13. Esta estructura delimitadora es preferiblemente un recinto delimitador 31, que tiene una forma similar a los otros recintos concéntricos, y se coloca con un extremo unido a la parte superior del segundo recinto más exterior. Este recinto delimitador también puede verse claramente en la Figura 4 descrita con más detalle más adelante.

10 [0066] El recinto más interior 12 puede ser sólido, o (parcialmente) hueco. Si es (parcialmente) hueco, puede definir una cámara interior 35 que puede contribuir a la recogida de líquido (agua limpia). El recinto más interior 12 puede tener una altura H1 mayor que la altura H de los otros recintos concéntricos, o, en su lugar, se puede unir un recinto adicional a la parte superior del recinto más interior que proporcione una altura mayor que defina una sección superior, de modo que dicha sección superior (de altura H2) pueda actuar como pared delimitando la sección de recogida de líquido 30. En esta sección superior del recinto más interior 12, puede haber al menos una abertura de recogida 34 (visible en la Figura 4), para que el líquido de la sección de recogida de líquido 30 entre en la cámara interior 35 y se almacene en ella. A continuación, el líquido puede descargarse por medio de al menos una tubería de recogida de líquido 36 que está conectada al recinto más interior 12 y que recoge el líquido almacenado en el mismo. Como se verá con referencia a la Figura 4, la sección de recogida de líquido puede dividirse en compartimentos.

15 [0067] Los canales en forma de espiral pueden estar definidos por paredes en forma de espiral que conectan cada recinto con el recinto siguiente, como es el caso de la Figura 1A y la Figura 1B. Los canales en forma de espiral también pueden estar definidos por miembros huecos en forma de espiral o brazos huecos que tengan una sección transversal horizontal poligonal, como rectangular (cuadrada), u otro tipo de sección transversal horizontal poligonal, circular o elíptica, estando dichos brazos huecos encajados en las cavidades y estando unidos entre sí y a los recintos que definen las cavidades. En una forma de realización preferida, los canales en forma de espiral están definidos por paredes que conectan cada recinto con el siguiente. En otra forma de realización preferida, los canales en forma de espiral están definidos por brazos huecos con una sección transversal horizontal cuadrada o rectangular. Estas formas de realización son preferidas porque permiten hacer un mejor uso del espacio y por lo tanto permiten un mayor volumen de fluido.

20 [0068] En la forma de realización de la Figura 1A y la Figura 1B, la pluralidad de canales en forma de espiral 14 están definidos por paredes en forma de espiral 19, que tienen un extremo superior y un extremo inferior y conectan un recinto al recinto concéntrico siguiente. Estas paredes en forma de espiral 19 tienen una superficie anterior (o superficie superior), a través de la cual fluye el fluido, es decir, la superficie con la que entran en contacto principalmente los sólidos, y una superficie posterior (o superficie inferior). Las paredes en forma de espiral también tienen una región interior 17, con respecto a una sección transversal vertical, que se extiende a lo largo de toda la longitud de la pared cerca e incluyendo el borde interior, y una región exterior 18 que de forma similar se extiende cerca e incluyendo un borde exterior.

25 [0069] En la forma de realización de la Figura 1A y la Figura 1B, una sección transversal horizontal de cada pared 19 define una línea que se extiende radialmente hacia el centro de los recintos concéntricos, teniendo dicha línea sustancialmente la misma longitud que la anchura (distancia B) de la cavidad concéntrica en la que se encuentra. En tal configuración, las paredes tienen una superficie plana que va del extremo superior al extremo inferior.

30 [0070] La Figura 2 representa una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención cuando se encuentra dentro de un tanque reactor. En la Figura 2, el dispositivo de separación 1 se encuentra dentro de un tanque reactor, que puede ser un reactor aeróbico o anaeróbico.

35 [0071] El dispositivo de separación 1 de la forma de realización de la Figura 2 está situado en una parte superior del reactor 2, como por ejemplo en una mitad superior, y con su parte superior en el nivel de fluido 3 o debajo del nivel de fluido 3. Sin embargo, el dispositivo de separación 1 también puede colocarse en otros lugares dentro del reactor, y el principio de funcionamiento será el mismo. Por ejemplo, el dispositivo de separación 1 puede estar situado cerca o en el fondo del reactor. Un método de separación de líquido, sólidos y gas en un fluido se describirá en relación con la Figura 2.

40 [0072] En el paso 1), el dispositivo de separación 1 recibe el fluido, como por ejemplo las aguas residuales que comprenden líquido, sólidos y gas, a través de la entrada de fluido 15 situada en una sección superior de la

cavidad más exterior 11, que en este caso corresponde a toda la abertura superior de la cavidad más exterior 11. A continuación, en la etapa 2) se deja que el fluido fluya hacia abajo a través de los canales en forma de espiral 14, (la mayor parte del) gas comprendido en el fluido se separa del fluido, en parte debido a la fricción del fluido con la superficie de las paredes que definen los canales, que pueden ser lisas o irregulares, y el gas se desplaza hacia arriba, abandonando el dispositivo de separación a través de una salida de gas que se corresponde con la entrada de fluido 15. En el paso 3), después de que el fluido alcance un área inferior de la cavidad más exterior 11, alcanza una cámara de redirección que es una parte de la cámara de recogida de sólidos 20, y que es un espacio delimitado donde se permite que el fluido pase de un flujo descendente a un flujo ascendente y fluya hacia arriba a través de la pluralidad de canales en forma de espiral 14 de al menos una cavidad interior 13. Al alcanzar una sección superior de la al menos una cavidad interior 13 convertida en líquido, se permite que el líquido abandone el dispositivo de separación. El paso 4) corresponde al paso donde se permite que los sólidos, que se desplazaron hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral 14 de la cavidad más exterior 11, y que también se desplazaron hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral 14 de la al menos una cavidad interior 13, abandonen el dispositivo de separación 1 a través de una sección inferior del dispositivo de separación, preferiblemente a través de una salida de sólidos 22 situada en el fondo de la cámara de recogida de sólidos 20. En el paso 5), el líquido (agua limpia) que ha alcanzado la sección superior puede entrar en la sección de recogida de líquido 30, desde donde el líquido puede acceder a la cámara interior 35 del recinto más interior 12 a través de, por ejemplo, al menos una abertura de recogida 34. Una tubería de recogida de líquido 36 o cualquier otro elemento de descarga de líquido puede conectarse al recinto más interior 12 y extraer, en el paso 6), el líquido almacenado en el mismo. Si la cámara interior 35 no está presente, el líquido de la sección de recogida de líquido 30 puede conectarse directamente mediante al menos una tubería.

[0073] La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. En la Figura 3, puede verse una parte superior de los canales en forma de espiral 14 en las diferentes cavidades concéntricas. También puede verse la sección transversal horizontal de las paredes en forma de espiral 19 que definen los canales en forma de espiral 14, que se extienden radialmente hacia el centro de los recintos concéntricos. La distancia B representa la anchura de una cavidad concéntrica, que es la misma o sustancialmente la misma que la anchura de un canal en forma de espiral 14 formado en dicha cavidad. Como se ha visto anteriormente en relación con las Figuras 1A y 1B, la distancia B puede tener diferentes valores.

[0074] La Figura 4 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. La Figura 4 se centra en la sección de recogida de líquido 30 situada por encima de los recintos concéntricos. Esta sección de recogida de líquido 30 puede tener elementos diferentes de aquellos mostrados en la Figura 4, ya que la configuración mostrada en la Figura 4 es meramente un ejemplo y son posibles otras configuraciones. La forma de realización de la Figura 4 muestra un recinto delimitador 31 fijado a la parte superior del segundo recinto más exterior, y que tiene una altura que puede ser sustancialmente la misma que la altura adicional H2 (véase la Figura 1A) del recinto más interior 12. La altura del recinto delimitador 31 también puede ser mayor que la altura H2, a fin de asegurar que el líquido en la sección de recogida de líquido 30 o dentro de la cámara interior 35 no rebose y salga del dispositivo de separación.

[0075] Como se ve en la forma de realización de la Figura 4, el recinto más interior 12 comprende al menos una abertura de recogida 34 en una sección superior de la misma (sección de altura H2 que se extiende más allá de la altura de los otros recintos concéntricos, que puede ser parte del recinto más interior o un recinto adicional unido a la parte superior del recinto más interior) para permitir que el líquido de la sección de recogida de líquido 30 entre en una cámara interior 35. Al menos una tubería de recogida de líquido 36, u otro medio de descarga de líquido, puede sobresalir del recinto más interior 12 hacia el exterior del dispositivo de separación 1, a fin de recopilar el líquido de la cámara interior 35.

[0076] La Figura 4 representa cuatro elementos delimitadores 32 que dividen la sección de recogida de líquido 30 en cuatro compartimentos 33. Sin embargo, cabe señalar que, aunque se trata de una forma de realización preferida, puede haber una cantidad diferente de elementos delimitadores y compartimentos. Los elementos delimitadores 32 de la forma de realización de la Figura 4 comprenden paredes de división que se extienden radialmente del recinto más interior 12 hasta una posición en el recinto delimitador 31 dividiendo así la sección de recogida de líquido 30 en una pluralidad de compartimentos 33.

[0077] La ventaja de disponer de varios compartimentos es que uno o más de estos compartimentos pueden cerrarse. Este mecanismo permite controlar la velocidad del fluido en el dispositivo de separación. El recinto más interior 12 puede comprender una pluralidad de aberturas de recogida 34, de manera que al menos una abertura de recogida 34 conecte cada compartimento con la cámara interior 35. El dispositivo de separación puede comprender un mecanismo de control de compartimentos para cerrar o abrir al menos una de las aberturas de recogida 34 en función de la velocidad deseada del líquido en el dispositivo de separación. El mecanismo de control de compartimentos puede comprender una estructura de cubierta o sellado que cierre al menos una de

las aberturas de recogida 34. El mecanismo de control puede controlarse manualmente, o puede controlarse automáticamente mediante de un sistema sensor.

[0078] En la forma de realización de la Figura 4, los elementos delimitadores 32 se extienden radialmente siguiendo la distribución radial de las paredes en forma de espiral (como se ve claramente en la Figura 1B). Sin embargo, los elementos delimitadores 32 pueden tener una forma diferente, adaptada a la distribución de las paredes en forma de espiral. Como se verá en relación con las Figuras 6 a 8, cuando las paredes en forma de espiral no se extienden radialmente, los elementos delimitadores 32 tienen una forma que se adapta a la sección transversal horizontal de las paredes, para delimitar eficazmente los compartimentos de la sección de recogida de líquido 30.

[0079] La Figura 5 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. Específicamente, la Figura 5 representa una vista de primer plano de la cámara de recogida de sólidos 20, y es un ejemplo de dicha cámara de recogida de sólidos 20 con una forma cónica invertida con su base abierta y con una región de borde de la base estando en contacto con el extremo inferior del recinto más exterior 10. La salida de sólidos 22 está situada en una parte inferior de la cámara de recogida de sólidos 20. Además, la cámara de recogida de sólidos 20 puede comprender un tapón 24 situado debajo de la salida de sólidos 22, configurado para impedir la entrada de aire en la cámara de recogida de sólidos 20 permitiendo al mismo tiempo la salida de los sólidos a través de la salida de sólidos 22. En una forma de realización preferida, el tapón 24 tiene una forma cónica, pero la invención no se limita a ello.

[0080] Según una forma de realización, el dispositivo de separación comprende además un dispositivo de aireación situado en una parte exterior de una mitad inferior de la cámara de recogida de sólidos, para suministrar gas (biogás o aire) desde debajo del dispositivo de separación. El flujo de líquido y sólidos a través del dispositivo de separación se acciona por la diferencia de densidad del líquido, los sólidos y el gas fuera del dispositivo de separación, y solo del líquido y los sólidos dentro del dispositivo de separación. Esta diferencia de densidad depende de la producción de gas (por ejemplo, biogás), o de los medios de aireación necesarios para suministrar oxígeno al reactor aireado donde se encuentra el dispositivo de separación. Sin embargo, los volúmenes de gas generados no son necesariamente los volúmenes de gas correctos para un flujo eficaz de agua y lodo por el dispositivo de separación. Esto puede evitarse disponiendo de un dispositivo de aireación específico que suministre aire o biogás desde debajo del separador. Preferiblemente, el dispositivo de aireación está situado en la mitad inferior de la cámara de recogida de sólidos 20, en el exterior de la cámara de recogida de sólidos 20, en proximidad a o en contacto con la superficie exterior de la cámara de recogida de sólidos 20, y por encima de la salida de los sólidos 22. El dispositivo de aireación puede comprender una red de tuberías con al menos una tubería que comprenda al menos una abertura, preferiblemente una pluralidad de aberturas, de manera que pueda suministrarse gas a través de dichas aberturas al reactor, controlando así la cantidad de gas generado, que controla la diferencia de densidad entre el exterior del dispositivo de separación y el interior del dispositivo de separación, y que permite obtener un flujo eficiente de líquido y sólidos a través del dispositivo de separación.

[0081] La Figura 6A ilustra una sección transversal vertical de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. La Figura 6B ilustra una sección transversal horizontal de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. La forma de realización de la Figura 6A y la Figura 6B es similar a aquella de la Figura 1A y la Figura 1B y las características similares no serán descritas de nuevo.

[0082] Sin embargo, los canales en forma de espiral 14 de la forma de realización de la Figura 6A y la Figura 6B tienen una forma diferente de aquellos de la Figura 1A y la Figura 1B. La pluralidad de canales en forma de espiral 14 de la Figura 6A y la Figura 6B están definidos por paredes en forma de espiral 19 que no son planas, y su sección transversal horizontal no se extiende radialmente hacia el centro de la estructura concéntrica. En su lugar, las paredes en forma de espiral 19 están dispuestas de manera que una sección transversal horizontal de cada pared 19 está inclinada con respecto a dicha dirección para formar un ángulo específico α , como se ve en la Figura 6B, que se explicará en detalle más adelante.

[0083] Debido a su forma, las paredes en forma de espiral 19 no son planas, y tienen, con respecto a una sección transversal vertical como se ve en la Figura 6B, o bien la región interior 17 curvada hacia abajo hacia la región exterior 18, formando una forma cóncava, o bien la región interior 17 curvada hacia arriba hacia la región exterior, formando una forma convexa. Esta implementación tiene la ventaja de que los sólidos comprendidos en el fluido tenderán para moverse hacia una región u otra de las paredes 19 mientras el fluido fluye hacia abajo o hacia arriba, dirigiendo así los sólidos hacia una ubicación deseada en el dispositivo de separación. En una forma de realización preferida, la pluralidad de paredes en forma de espiral 19 de la cavidad más exterior 11 tienen la región interior 17 curvadas hacia abajo hacia la región exterior 18 de manera que permite que los sólidos se desplacen hacia abajo más cerca del borde exterior, es decir, hacia el recinto concéntrico más exterior 10. Esto permite que los sólidos alcancen la cámara de separación de sólidos 20 más cerca a las paredes

cónicas y por lo tanto puedan deslizarse y depositarse en el fondo de la cámara de separación de sólidos 20 de una manera más rápida. En una forma de realización preferida, la pluralidad de paredes en forma de espiral 19 de la al menos una cavidad interior 13 tienen la región interior 17 curvada hacia arriba en dirección a la región exterior 18 para permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo más cerca del borde interior, es decir, al recinto concéntrico más interior 12. En las cavidades interiores 13 donde el líquido se mueve hacia arriba a través de los canales en forma de espiral 14, la forma de las paredes 19 que definen los canales 14 es tal que los sólidos tienden a desplazarse hacia el borde interior, hacia el centro, cayendo así casi directamente al fondo de la cámara de recogida de sólidos 20 a través del camino más corto.

[0084] El valor del ángulo α determina el radio de la curva que las paredes en forma de espiral 19 definen desde la región interior 17 hasta la región exterior 18. Un ángulo α mayor significa una forma cóncava o convexa más profunda como se ha descrito anteriormente. Cuanto menor sea α , más cerca estará la sección transversal de las paredes al radio del recinto concéntrico, y más plana será la superficie de las paredes. Además, si α tiene un valor positivo (como en las cavidades interiores de la Figura 6B), determinará que la región interior 17 está curvada hacia arriba en dirección a la región exterior 18 (como se ve en las cavidades interiores de la Figura 6A), y si α tiene un valor negativo (como en la cavidad más exterior de la Figura 6B), determinará que la región interior está curvada hacia abajo en dirección a la región exterior (como se ve en la cavidad más exterior de la Figura 6A).

[0085] La Figura 7 representa una vista de primer plano, marcada como VII en la Figura 6A) de una parte de un dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención, específicamente una sección transversal vertical parcial que muestra el centro del recinto concéntrico en el extremo derecho de la figura. En la Figura 7 se puede ver de forma más clara como, en una forma de realización, la pluralidad de paredes en forma de espiral 19 de la cavidad más exterior 11 tienen, con respecto a una sección transversal vertical, la región interior 17 curvada hacia abajo en dirección a la región exterior 18, y los sólidos, representados como círculos oscuros en la figura, tienden a moverse hacia abajo más cerca del recinto concéntrico más exterior, mientras que el gas, representado como círculos blancos en la figura, tiende a moverse hacia arriba en una dirección opuesta. También puede observarse como la pluralidad de paredes en forma de espiral 19 de la al menos una cavidad interior 13 (dos cavidades interiores 13 en esta forma de realización) tienen la región interior curvada hacia arriba en dirección a la región exterior para permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo más cerca del recinto concéntrico más interior.

[0086] La Figura 8 muestra otra vista en perspectiva de una parte del dispositivo de separación según una forma de realización de la presente invención. La representación de la Figura 8 es muy similar a aquella de la Figura 3, sin embargo, en la Figura 8 se puede observar que una sección transversal horizontal de las paredes 19 que definen los canales en forma de espiral 14 define un ángulo α con respecto a la dirección del radio y por lo tanto no sigue la dirección radial como en la forma de realización de la Figura 3.

[0087] Las figuras son meramente ilustrativas, y no sirven como restricción del alcance o la protección establecida por las reivindicaciones.

[0088] Aunque la invención se ha descrito con referencia a formas de realización ejemplares, los expertos en la materia entenderán que pueden hacerse varios cambios. Además, pueden hacerse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las instrucciones de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a las formas de realización particulares expuestas, sino que la invención incluya todas las formas de realización comprendidas en el alcance de las reivindicaciones anexas.

[0089] En particular, pueden realizarse combinaciones de características específicas de varios aspectos de la invención. Un aspecto de la invención puede ser mejorado ventajosamente añadiendo una característica descrita en relación con otro aspecto de la invención.

[0090] Debe entenderse que la invención está limitada por las reivindicaciones anexas. En este documento y en sus reivindicaciones, el verbo "comprender" y sus conjugaciones se utilizan en su sentido no limitativo para significar que los elementos que siguen a la palabra están incluidos, sin excluir los elementos no mencionados específicamente. Además, la referencia a un elemento mediante el artículo indefinido "un" o "una" no excluye la posibilidad de que más de uno del elemento esté presente, a menos que el contexto requiera claramente que haya uno y solo uno de los elementos. El artículo indefinido "un" o "una" suele significar "al menos uno".

Lista de símbolos de referencia

[0091] Los números de referencia similares que han sido utilizados en la descripción para indicar elementos similares (pero que difieren solamente en las centenas) han sido omitidos de la lista que figura a continuación, pero deberían considerarse implícitamente incluidos.

- 1 Dispositivo de separación
- 2 Tanque reactor
- 3 Nivel de fluido
- 10 Recinto más exterior
- 11 Cavity más exterior
- 12 Recinto más interior
- 13 Cavity interior
- 14 Canal en forma de espiral
- 15 Entrada de líquido = Salida de gas
- 17 Región interior de la pared en forma de espiral con respecto a la sección transversal vertical
- 18 Región exterior de la pared en forma de espiral con respecto a la sección transversal vertical
- 19 Pared en forma de espiral
- 20 Cámara de recogida de sólidos
- 22 Salida de sólidos
- 24 Tapón
- 30 Sección de recogida de líquido
- 31 Recinto delimitador
- 32 Elemento de división
- 33 Compartimento
- 34 Abertura de recogida
- 35 Cámara interior
- 36 Tubería de recogida de líquido

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de separación (1) para un dispositivo de purificación de fluidos, comprendiendo el dispositivo de separación:

- 5 - al menos tres recintos concéntricos que incluyen un recinto más exterior (10) y un recinto más interior (12) y que definen al menos dos cavidades concéntricas;
- una pluralidad de canales en forma de espiral (14) formados en cada una de las al menos dos cavidades concéntricas, de manera que el fluido pueda fluir a través de dicha pluralidad de canales en forma de espiral;
- 10 - una entrada de fluido (15) para recibir fluido, situada en una sección superior de una cavidad más exterior (11) entre las al menos dos cavidades concéntricas, correspondiendo la entrada de fluido (15) a una salida de gas;
- una salida de sólidos (22) para descargar sólidos comprendidos en el fluido, situada en una sección inferior del dispositivo de separación; y
- 15 - una salida de líquido para descargar líquido comprendido en el fluido, situada en una sección superior de al menos una cavidad interior (13) entre las al menos dos cavidades concéntricas,

donde la sección inferior del dispositivo de separación comprende una cámara de redirección situada debajo de los al menos tres recintos concéntricos, estando la cámara de redirección configurada para permitir que el fluido pase de un flujo descendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la cavidad más exterior (11), a un flujo ascendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la al menos una cavidad interior (13).

2. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 1, donde la pluralidad de canales en forma de espiral (14) en cada cavidad concéntrica se extienden paralelos entre sí para definir una única formación en espiral.

3. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 2, donde la sección inferior del dispositivo de separación comprende una cámara de recogida de sólidos (20) situada debajo de los al menos tres recintos concéntricos e incluyendo la cámara de redirección, donde la salida de sólidos (22) se encuentra en una parte inferior de la cámara de recogida de sólidos.

4. Dispositivo de separación (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una parte superior de la cavidad más exterior está abierta definiendo así una abertura superior más exterior, y la entrada de fluido (15) comprende un área formada por la abertura superior más exterior.

5. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 4, que comprende además una estructura delimitadora para separar la abertura superior más exterior de al menos una abertura superior interior.

6. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 5, donde la estructura delimitadora comprende un recinto delimitador (31) situado sobre y en contacto con un segundo recinto concéntrico más exterior, y la al menos una abertura superior interior está confinada por el recinto delimitador y el recinto más interior (12), formando así una sección de recogida de líquido (30).

7. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 6, donde el recinto más interior (12) comprende al menos una abertura de recogida (34) en una sección superior del mismo para permitir que el líquido en la sección de recogida de líquido (30) entre en una cámara interior (35), y donde el dispositivo de separación comprende además al menos una tubería de recogida de líquido (36) que sobresale del recinto más interior (12) hacia el exterior del dispositivo de separación, para recopilar el líquido en la cámara interior (35).

8. Dispositivo de separación (1) según las reivindicaciones 6 o 7, donde la sección de recogida de líquido (30) comprende al menos un elemento de división (32), para dividir la sección de recogida de líquido en al menos dos compartimentos (33), y donde el recinto más interior (12) comprende al menos una abertura de recogida (34) para cada uno de los al menos dos compartimentos (33).

9. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 8, donde el dispositivo de separación comprende un mecanismo de control de compartimentos para cerrar la al menos una de las aberturas de recogida (34) impidiendo así que el líquido salga de un compartimento correspondiente (33).

10. Dispositivo de separación (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pluralidad de canales en forma de espiral (14) están definidos por paredes en forma de espiral (19) que tienen una región interior (17) y una región exterior (18) con respecto a una sección transversal vertical, donde las paredes en

forma de espiral están curvadas hacia arriba desde la región interior hacia la región exterior, o curvadas hacia abajo desde la región interior hacia la región exterior.

5 11. Dispositivo de separación (1) según la reivindicación 10, donde la pluralidad de paredes en forma de espiral (19) de la cavidad más exterior (11) están curvadas hacia abajo desde la región interior (17) hacia la región exterior (18), y la pluralidad de paredes en forma de espiral (19) de la al menos una cavidad interior (13) están curvadas hacia arriba desde la región interior (17) hacia la región exterior (18).

10 12. Dispositivo de separación (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una distancia (B) entre cada recinto concéntrico y el recinto siguiente es de entre 50 milímetros y 800 milímetros, preferiblemente entre 50 milímetros y 500 milímetros, más preferiblemente entre 50 milímetros y 200 milímetros.

13. Dispositivo de separación (1) según cualquiera las reivindicaciones anteriores, donde los al menos tres recintos concéntricos corresponden a al menos tres tubos concéntricos teniendo una forma cilíndrica y las al menos dos cavidades concéntricas corresponden a al menos dos anillos concéntricos.

15 14. Dispositivo de separación (1) según cualquiera de las reivindicaciones 3, y 4 a 13 cuando dependan de la reivindicación 3, donde la cámara de recogida de sólidos (20) tiene una forma cónica invertida hueca.

20 15. Método de separación de un fluido que contiene líquido, gas y sólidos, siendo realizado el método por un dispositivo de separación (1) que comprende al menos tres recintos concéntricos incluyendo un recinto más exterior (10) y un recinto más interior (12), y que define al menos dos cavidades concéntricas; una pluralidad de canales en forma de espiral (14) formados en cada uno de los al menos dos canales concéntricos, comprendiendo el método las etapas de:

- recibir fluido a través de una sección superior de una cavidad más exterior (11) entre las al menos dos cavidades concéntricas;
- permitir que el fluido fluya hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la cavidad más exterior (11) y permitir que el gas contenido en el fluido se desplace hacia arriba a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la cavidad más exterior (11) y abandone el dispositivo de separación a través de la sección superior de la cavidad más exterior (11);
- cuando el fluido alcance una cámara de redirección situada debajo de la cavidad más exterior (11), permitir que el fluido pase de un flujo descendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la cavidad más exterior (11), a un flujo ascendente a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de al menos una cavidad interior (13) y, al alcanzar una sección superior de la al menos una cavidad interior convertida en líquido, permitir que el líquido abandone el dispositivo de separación; y
- permitir que los sólidos se desplacen hacia abajo a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la cavidad más exterior (11) y a través de la pluralidad de canales en forma de espiral (14) de la al menos una cavidad interior (13) y abandonen el dispositivo de separación a través de una sección inferior del dispositivo de separación.

Figura 1A

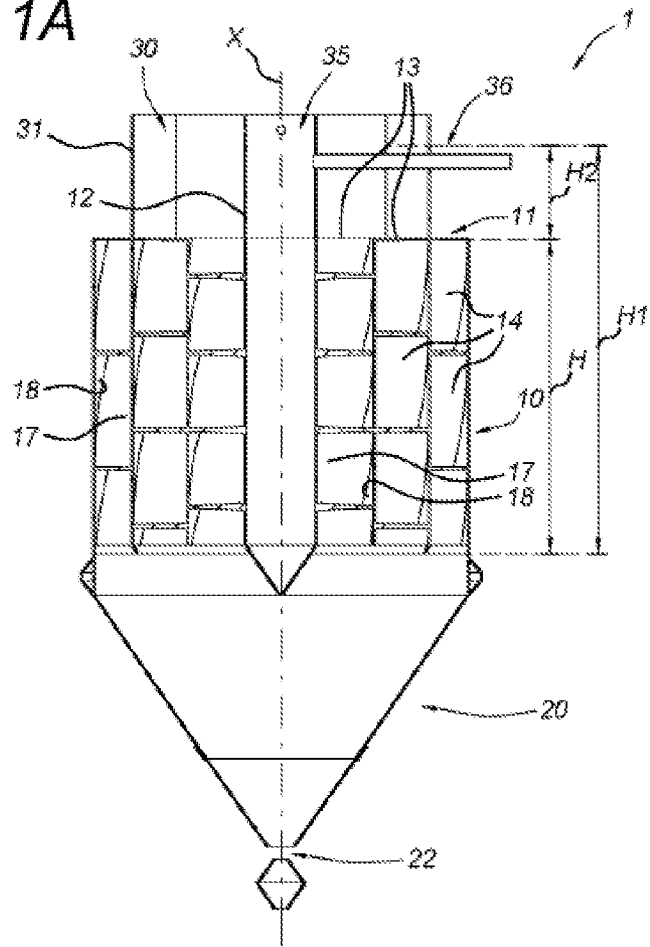


Figura 1B

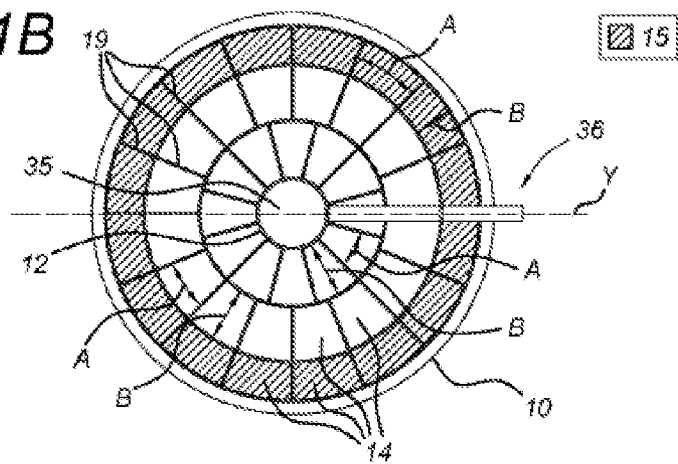


Figura 2

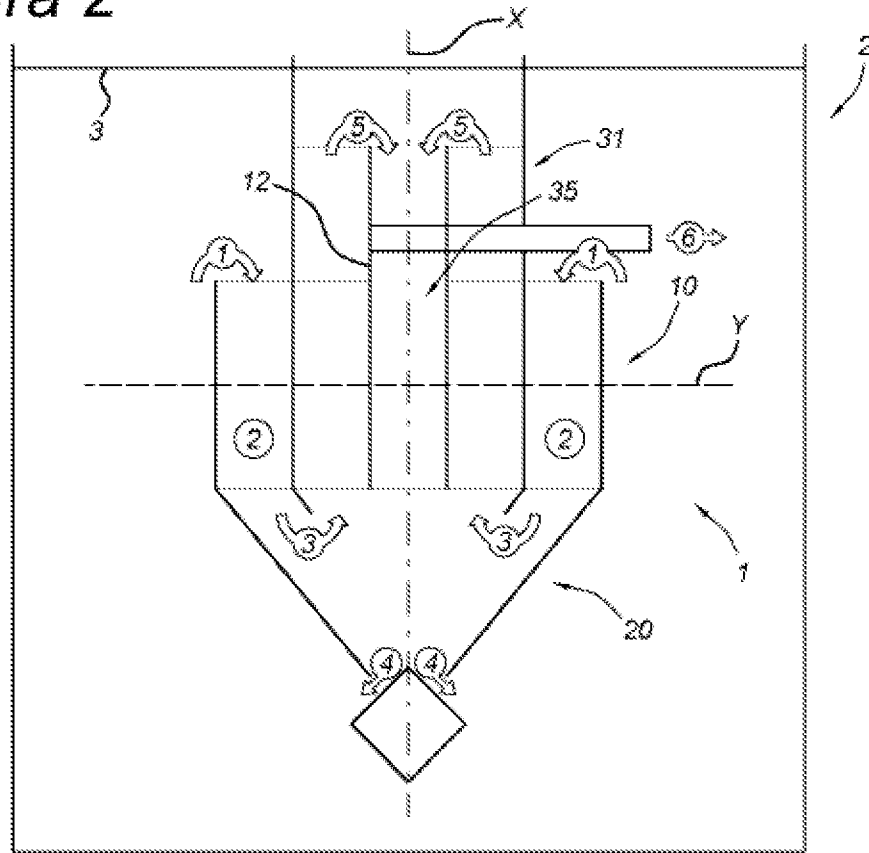


Figura 3

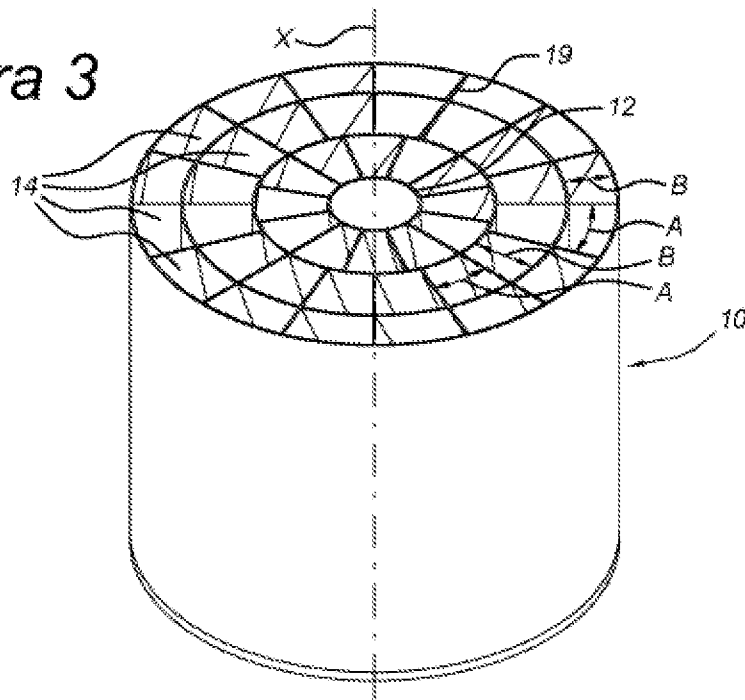


Figura 4

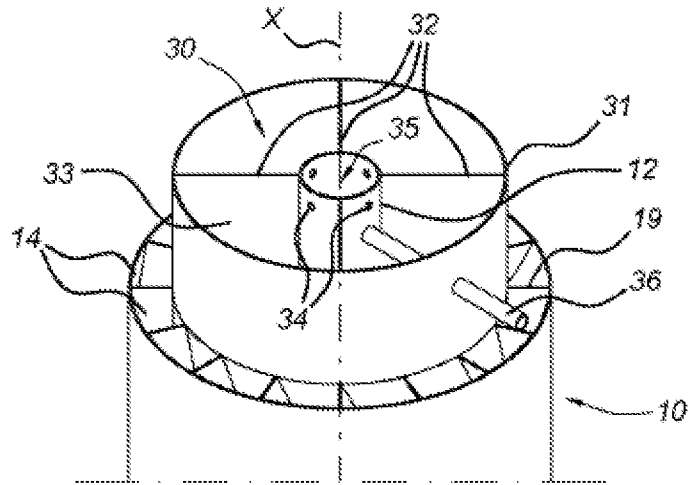


Figura 5

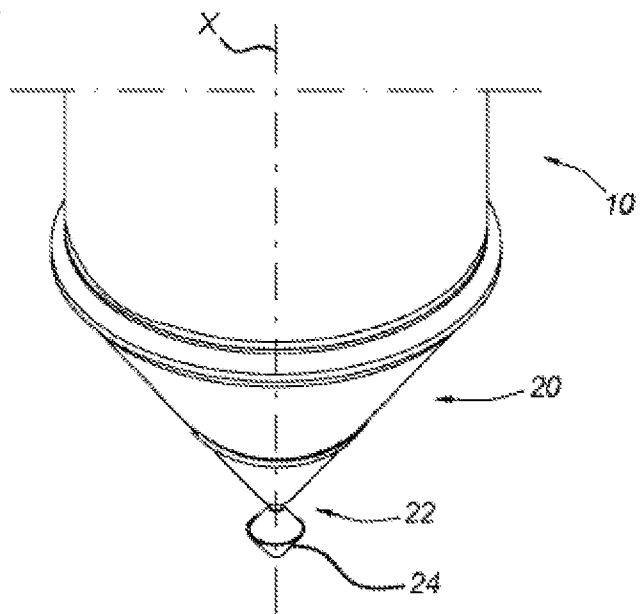


Figura 6A

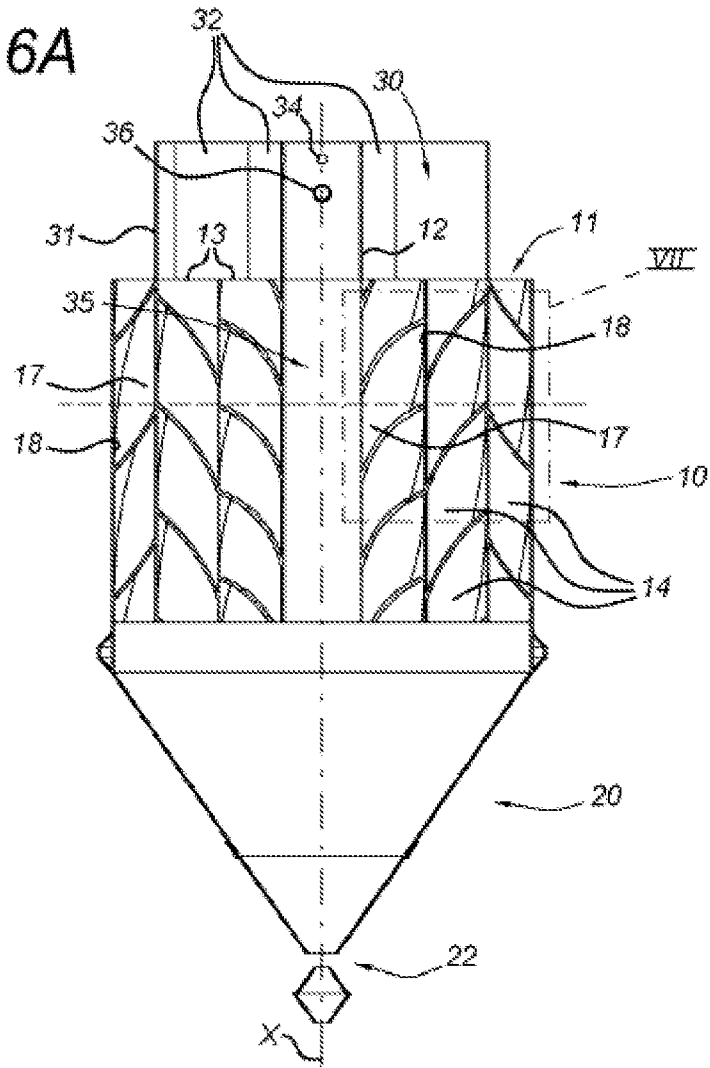


Figura 6B

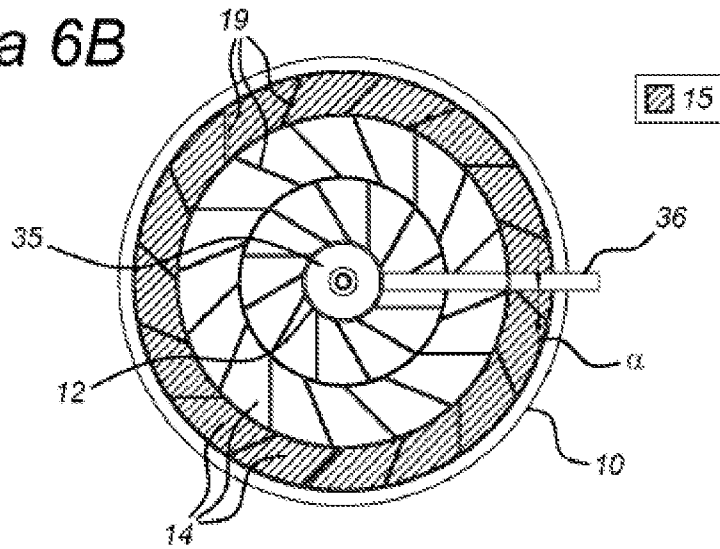


Figura 7

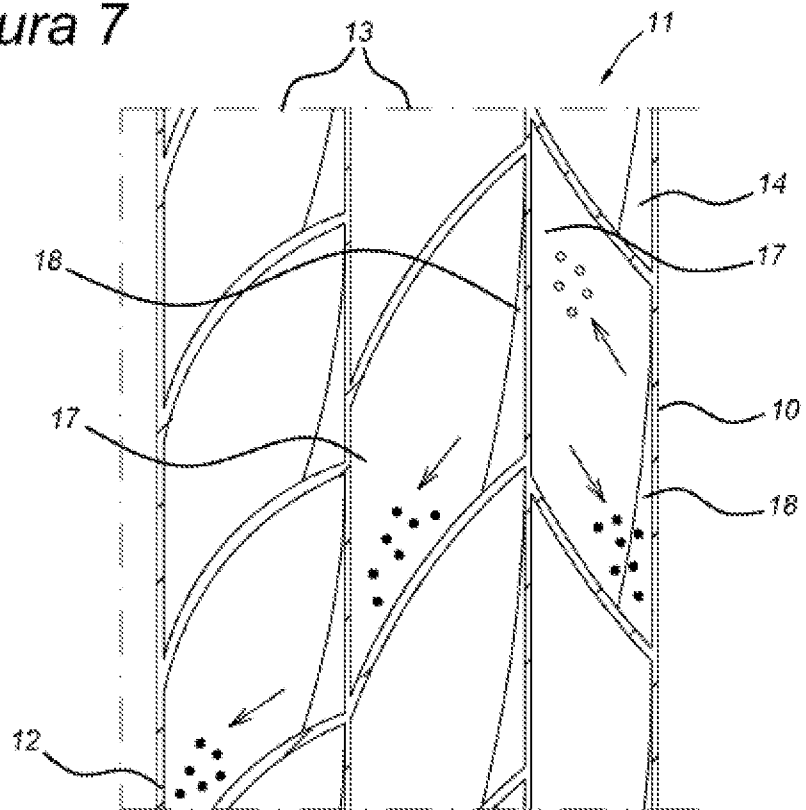


Figura 8

